



على المرشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

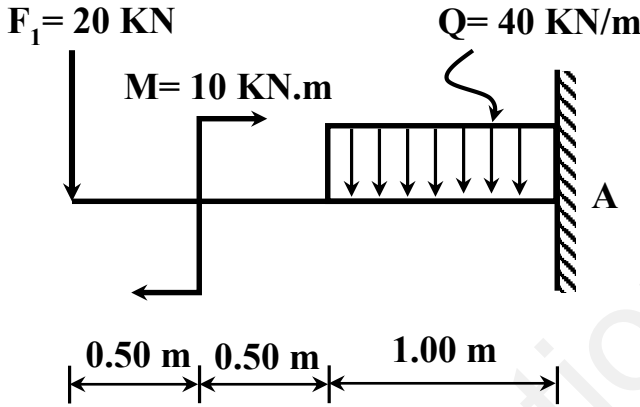
الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على 05 صفحات (من الصفحة 1 من 8 الى الصفحة 5 من 8).

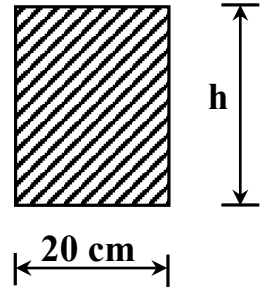
الميكانيك التطبيقية : (12 نقطة)

النشاط الأول: الانحناء البسيط المستوي (06 نقاط)

لتكن الرافدة المدمجة في المسند A والمبينة في الشكل (01).



الشكل (01)



الشكل (02)

العمل المطلوب:

(1) أحسب قيم ردود الأفعال في المسند A.

(2) اكتب معادلات الجهد القاطع $T(X)$ وعزم الانحناء $M_f(X)$ على طول الرافدة.

(3) مثل منحنىي الجهد القاطع T وعزم الانحناء M_f ، استنتج القيم القصوى للجهد القاطع T_{max} وعزم الانحناء $M_{f max}$.

- يقترح سلم الرسم الآتي:

$$X : 0.5 \text{ m} \longrightarrow 2 \text{ cm}$$

$$T(X) : 10 \text{ kN} \longrightarrow 1 \text{ cm}$$

$$M_f(X) : 10 \text{ kN.m} \longrightarrow 1 \text{ cm}$$

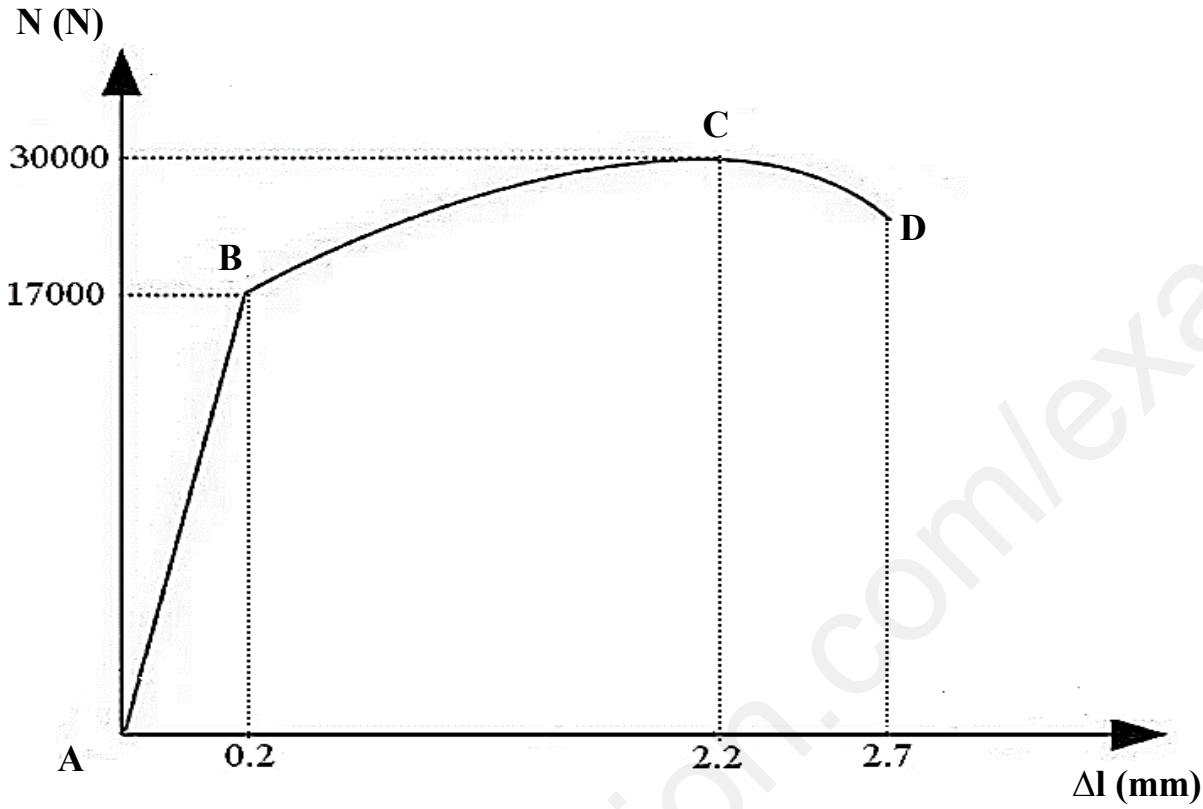
(4) الرافدة مقطوعها مستطيل كما هو موضح في الشكل (02):

- حدد الارتفاع المناسب h الذي يحقق المقاومة علما أن: $M_{f max} = 50 \text{ kN.m}$ و $\bar{\sigma} = 100 \text{ daN/cm}^2$

(5) إذا كان $h = 40 \text{ cm}$ أحسب الاجهاد المماسي الأعظمي لمقطع الرافدة.

النشاط الثاني: تجربة الشد (06 نقاط)

أجريت تجربة الشد على مخبرة من النحاس طولها الابتدائي $L_0 = 120 \text{ mm}$ و قطرها $D = 12 \text{ mm}$ فتحصلنا على المنحنى البياني الذي يبين تغير الجهود بدلالة الاستطالة الموضح في الشكل (03):



الشكل (03)

العمل المطلوب:

(1) انقل الجدول (01) على ورقة الإجابة ثم املأ الخانات الفارغة انطلاقاً من المنحنى البياني:

الاستطالة النسبية $\epsilon \%$	الاجهاد $\sigma (\text{N}/\text{mm}^2)$	الاستطالة المطلقة $\Delta L (\text{mm})$	الجهد $N (\text{N})$	
$\epsilon_e = \dots\dots$	$\sigma_e = \dots\dots$	$\Delta L_e = \dots\dots\dots$	$N_e = \dots\dots$	حد المرونة
$\epsilon_r = \dots\dots$	$\sigma_r = \dots\dots$	$\Delta L_r = \dots\dots\dots$	$N_r = \dots\dots$	حد الانكسار

الجدول (01)

(2) أحسب معامل المرونة للمادة E.

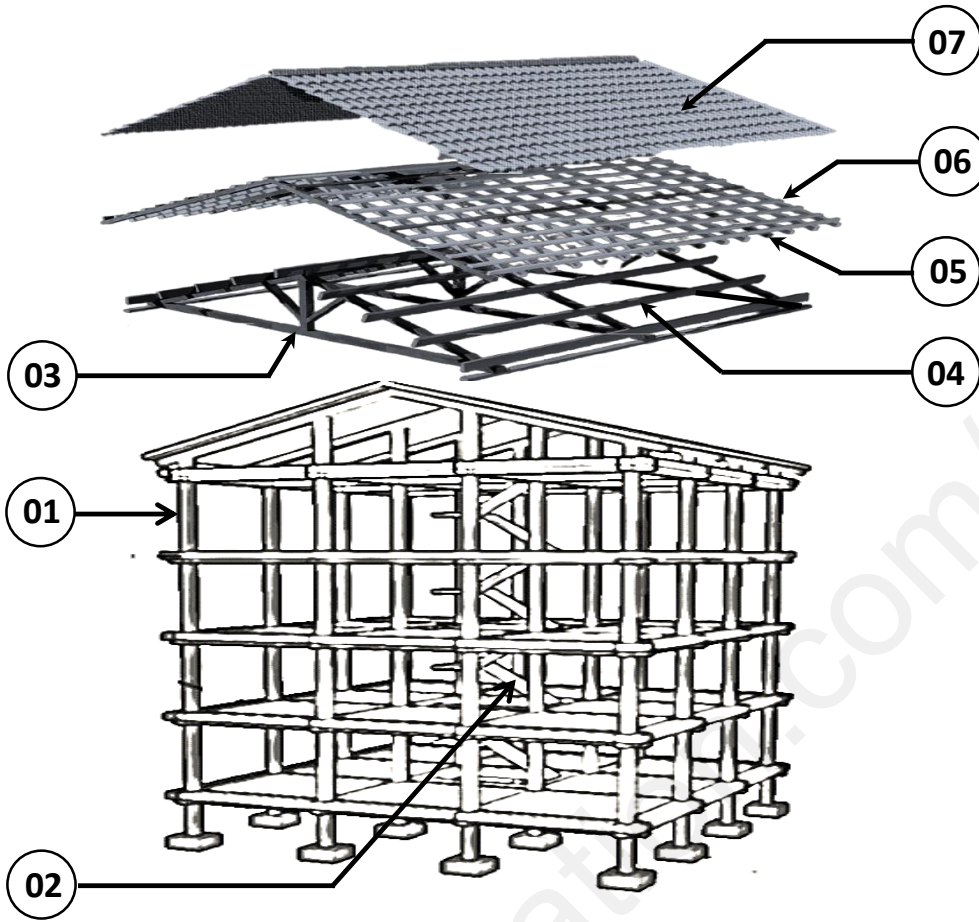
(3) ماذا يحدث للمخبرة عند اجتياز الحد C.

(4) من بين المجالين (AB) و (BC) ما هو المجال المستعمل في الدراسات الخاصة بمقاومة المواد ولماذا.

(البناء) : (8 نقاط)

النشاط الأول: المنشآت العلوية (03 نقاط)

يمثل الشكل (04) بناية مشكلة من ثلاث طوابق مع تفصيل لنوع التغطية العلوية.



الشكل (04)

العمل المطلوب:

(1) سمي العناصر المرقمة من (01) الى (07).

(2) ما هو دور العنصر (02).

(3) ما هي الوضعيات الممكنة للعنصر (01).

(4) ما هي الحالة التي يمكن الاستغناء فيها على العنصرين (05) و (06).

النشاط الثاني: الطرق (5 نقاط)

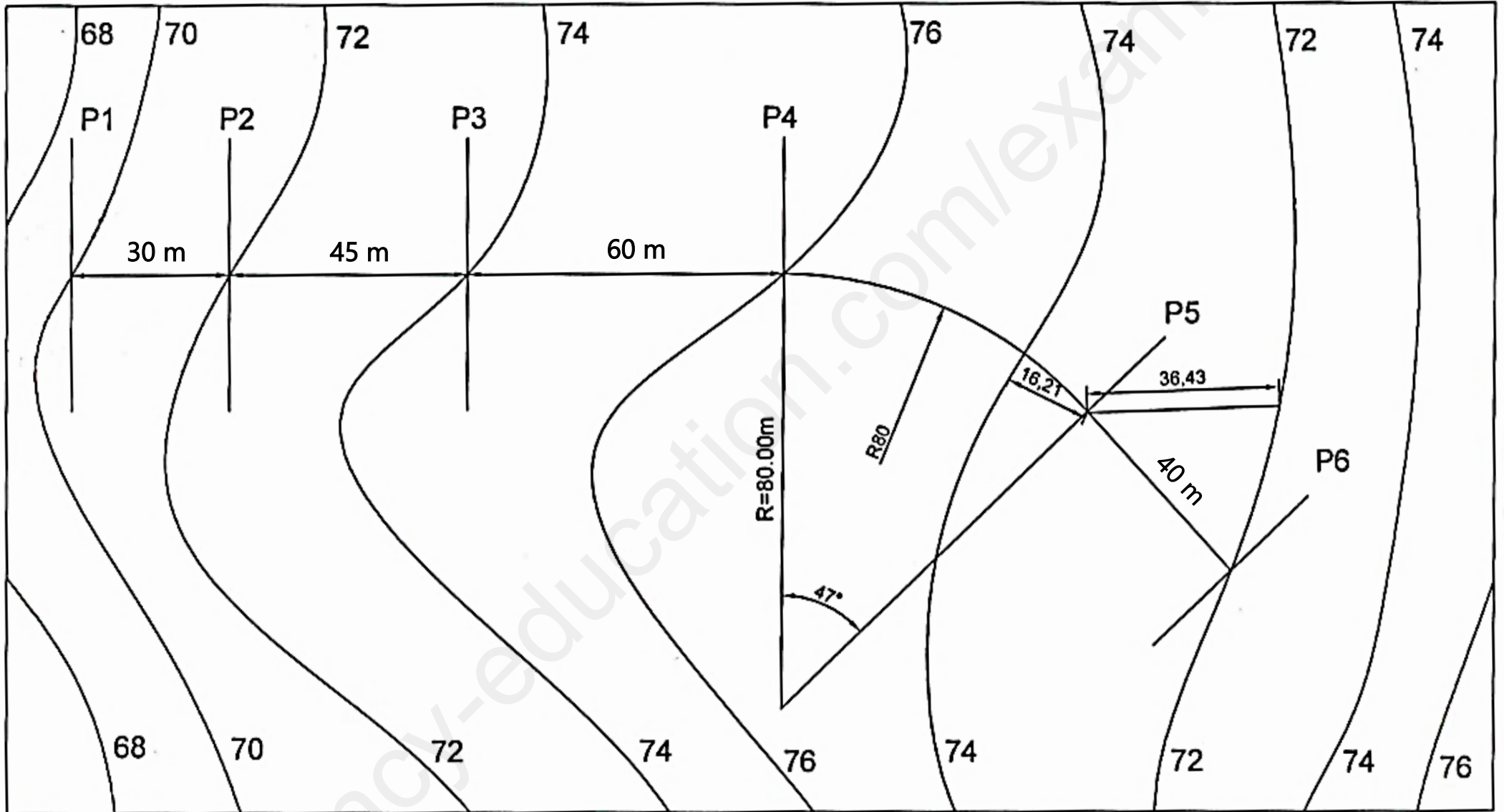
يمثل الشكل (05) مخطط التوقيع لجزء من طريق يمتد من المظهر P1 إلى المظهر P6.

- مناسب خط المشروع هي كالتالي: $P1 = 72.50 \text{ m}$ و $P6 = 75.00 \text{ m}$.

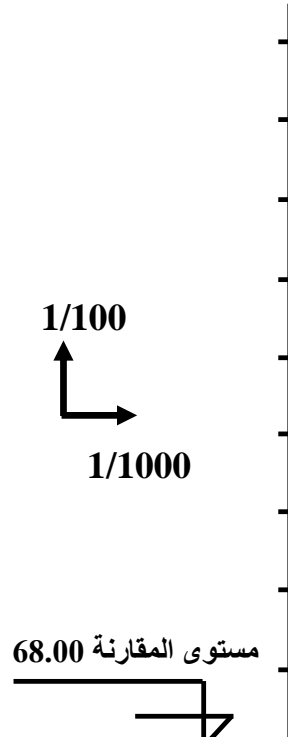
العمل المطلوب:

(1) أنجز المظهر الطولي الممتد من P1 إلى غاية P6 على (الصفحة 5 من 8) معتمدا على مخطط التوقيع.

(2) أحسب المسافات الناتجة عن المظهر الوهمي إن وجد.



الشكل (05)



1/100

1/1000

مستوى المقارنة 68.00

أرقام المظاهر	
- مناسيب خط المشروع -	
مناسيب خط التربة	
المسافات الجزئية	
المسافات المتراكمة	
- ميول المشروع -	
- التراصقات والمنعرجات -	

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على 03 صفحات (من الصفحة 6 من 8 الى الصفحة 8 من 8)

الميكانيك التطبيقية : (12 نقطة)

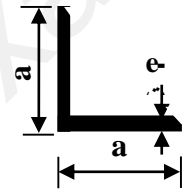
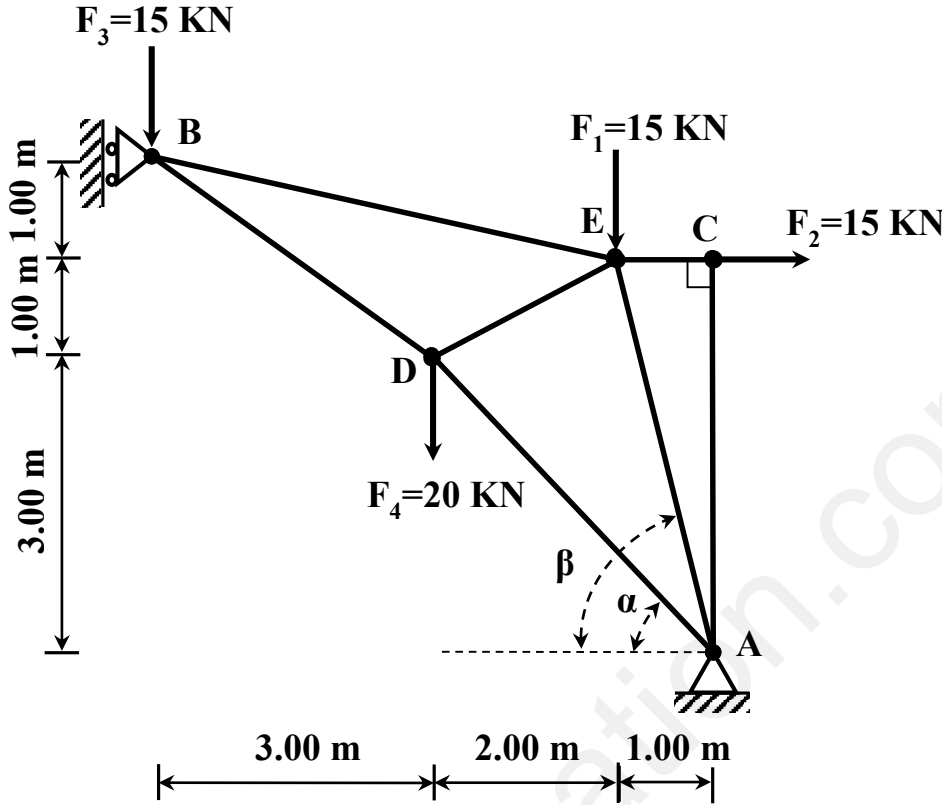
النشاط الأول: الأنظمة المثلثية (06 نقاط)

نريد دراسة النظام المثلثي الممثل في الشكل (01) والذي يرتكز على مسندين حيث:

(A) مسند مضاعف و (B) مسند بسيط.

$$\sin \alpha = 0.707 \quad \sin \beta = 0.970$$

$$\cos \alpha = 0.707 \quad \cos \beta = 0.242$$



المجنب	(S) cm ²
45×45×4.5	3.90
50×50×5	4.80
60×60×6	6.91
70×70×7	9.40

الجدول (01)

العمل المطلوب:

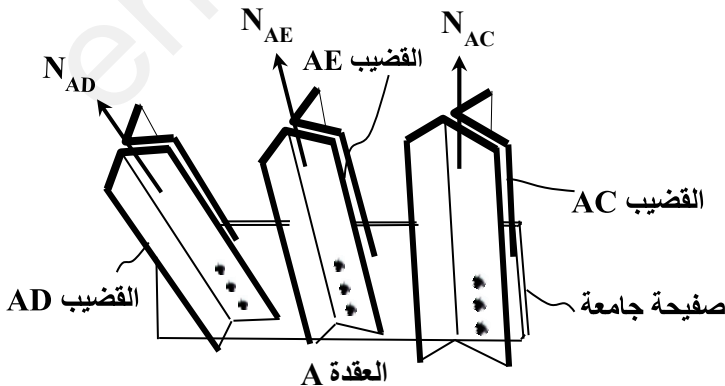
- 1) تأكد من أن النظام محدد سكونيا.
- 2) أحسب قيم ردود الأفعال عند المسندين (A) و (B).
- 3) أحسب شدة الجهود الداخلية في القضبان AD, AE, CA, CE مبينا طبيعتها. تدون النتائج في جدول.
- 4) علما أن القضبان المستعملة في النظام المثلثي هي مجنبتات زاوية (L) متساوية الأجنحة مزدوجة و الجهد الناظمي في القضيب الأكثر تحميلا يقدر بـ: $N_{AD} = 44.31 \text{ KN}$ والإجهاد المسموح به: $\bar{\sigma} = 100 \text{ MPa}$.

- استخرج من الجدول (01) المجنّب اللازم والكافي للمقاومة.

- 5) في العقدة A يتم ربط كل قضيب بثلاثة براغي بواسطة صفيحة جامعة كما يبينه الشكل (02).

- أحسب قطر البرغي علما أن:

$$\bar{\tau} = 180 \text{ MPa}$$



الشكل (02)

النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة (06 نقاط)

لدينا شداد (Tirant) من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مربع $(30 \times 30) \text{cm}^2$ ، خاضع لتحريض الشد البسيط.
المعطيات:

- الحمولات الدائمة: $G = 0.08 \text{ MN}$
- الحمولات المتغيرة: $Q = 0.03 \text{ MN}$
- الفولاذ المستعمل FeE400 ، $\eta=1.6$ ، $\gamma_s=1.15$ ، الفولاذ عالي التلاحم HA.
- مقاومة الخرسانة عند 28 يوما $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$
- حالة التشققات ضارة جدا.

العمل المطلوب:

- (1) أحسب مقطع التسليح الطولي للشداد.
 - (2) تحقق من شرط عدم الهشاشة.
 - (3) اقترح رسما لمقطع تسليح الشداد.
- تعطى العلاقات التالية:

$$N_u = 1.35 G + 1.50 Q$$

$$N_{ser} = G + Q$$

$$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_s}$$

$$f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} \quad A_u = \frac{N_u}{f_{su}}$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} \cdot f_e ; 90 \sqrt{\eta \times f_{tj}} \right\}$$

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28}$$

$$A = \max (A_u ; A_{ser})$$

$$A \cdot f_e \geq B \cdot f_{t28}$$

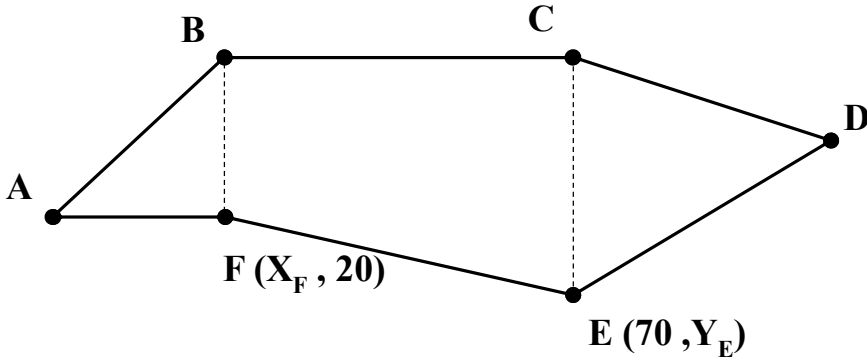
المقطع بـ (cm ²) لعدد من القضبان يتراوح من:										القطر (mm)
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
2.82	2.54	2.26	1.98	1.70	1.41	1.13	0.85	0.56	0.28	6
5.02	4.52	4.01	3.51	3.01	2.51	2.01	1.5	1.00	0.50	8
7.85	7.06	6.28	5.49	4.71	3.92	3.14	2.35	1.57	0.78	10
11.31	10.18	9.05	7.92	6.78	5.65	4.52	3.39	2.26	1.13	12
15.39	13.85	12.31	10.77	9.23	7.69	6.15	4.62	3.08	1.54	14
20.10	18.09	16.08	14.07	12.06	10.05	8.04	6.03	4.02	2.01	16
31.41	28.27	25.13	21.99	18.84	15.70	12.56	9.42	6.28	3.14	20
49.09	44.18	39.27	34.36	29.45	24.54	19.63	14.73	9.82	4.91	25
80.42	72.38	64.34	56.26	48.25	40.21	32.17	24.12	16.08	8.04	32
125.65	113.09	100.53	87.96	75.39	62.83	50.26	37.70	25.13	12.56	40

الجدول (02)

(البناء): (8 نقاط)

النشاط الأول: طبوغرافيا (05 نقاط)

قطعة أرض ABCDEF موضحة في الشكل (03) معرفة بإحداثياتها القائمة حسب الجدول (02):



النقاط	X(m)	Y(m)
A	10	20
B	30	40
C	70	40
D	100	30
E	70	Y _E
F	X _F	20

الجدول (02)

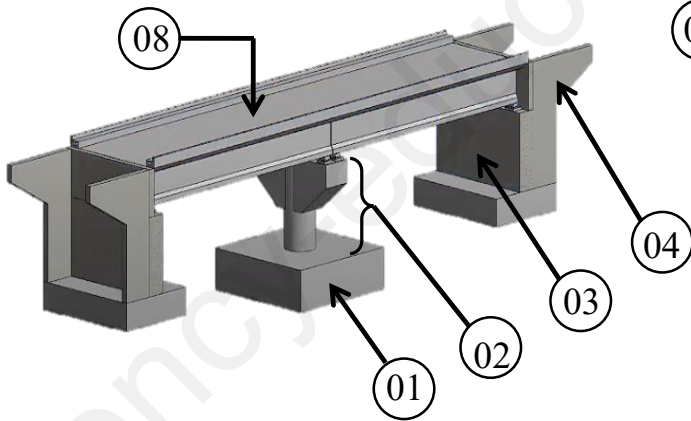
الشكل (03)

العمل المطلوب:

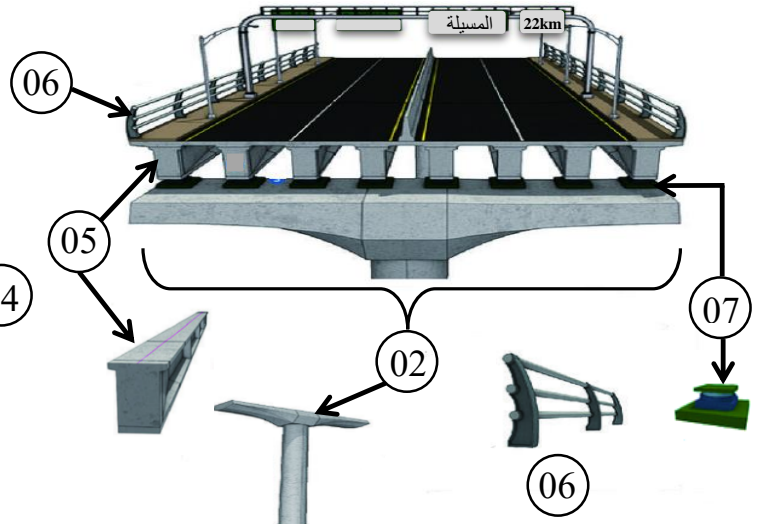
- 1) أحسب السميت G_{CD} وطول الضلع L_{CD} .
- 2) استنتج السميت G_{CE} .
- 3) أوجد فاصلة النقطة $F(X_F)$ علما أن مساحة المثلث ABF تساوي $S_{ABF} = 200 \text{ m}^2$.
- 4) أوجد ترتيب النقطة $E(Y_E)$ علما أن مساحة المثلث CDE تساوي $S_{CDE} = 450 \text{ m}^2$.
- 5) باستعمال طريقة الإحداثيات القائمة، أحسب مساحة القطعة S_{BCEF} ثم استنتج المساحة الكلية للقطعة $ABCDEF$.

النشاط الثاني: دراسة جسر (03 نقاط)

قام مكتب دراسات بإنجاز تصميم لجسر موضح في الشكل (04) ومقطعه العرضي موضح في الشكل (05).



الشكل (04)



الشكل (05)

العمل المطلوب:

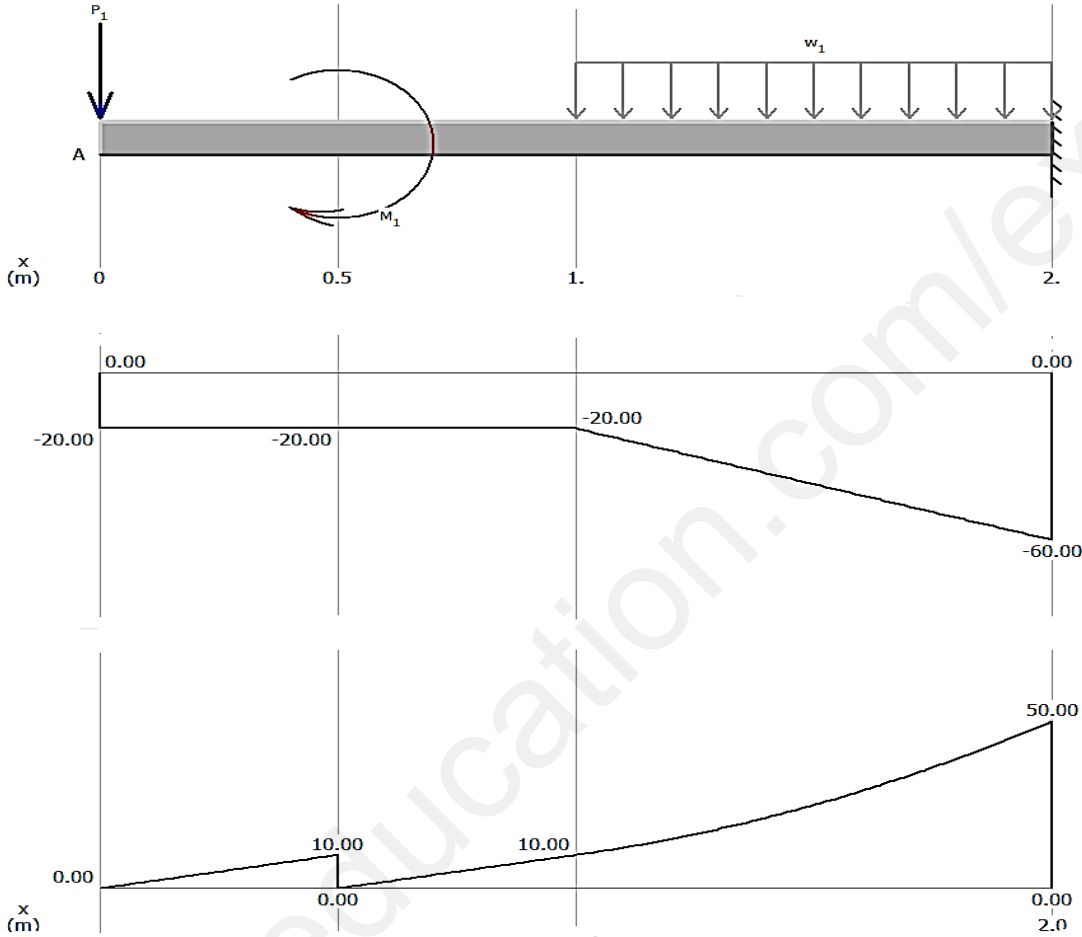
- 1) سمى العناصر المشار إليها بالأرقام من (01) الى (08).
- 2) ما هو نوع العنصر (02).
- 3) ما هو دور العنصر (03).

النشاط الأول: الانحناء البسيط المستوى (06 نقاط)

(1) حساب قيم ردود الأفعال في المسند A.

$$H_A = 0 \quad , V_A = 60 \text{ KN} \quad , M_A = 50 \text{ KN.m}$$

(2) تمثل منحنيي الجهد القاطع T وعزم الانحناء M_F ، استنتج القيم القصوى للجهد القاطع T_{\max} وعزم الانحناء $M_{F \max}$.



(3) تحديد الارتفاع المناسب h الذي يحقق المقاومة:

$$\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{F \max}}{W_{XX'}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{F \max}}{\frac{I_{XX'}}{Y}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{F \max}}{\frac{20 \times (h)^3}{12} \cdot \frac{h}{2}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{F \max}}{\frac{40 \times h^2}{12}} \leq \bar{\sigma}$$

$$\rightarrow \frac{12 \times M_{F \max}}{40 \times \bar{\sigma}} \leq h^2 \rightarrow \frac{12 \times 50 \times 10^2 \times 10^2}{40 \times 100} \leq h^2 \rightarrow 1500 \leq h^2 \rightarrow 38.72 \leq h$$

$$\rightarrow \mathbf{h = 40 \text{ cm}}$$

(4) حساب الاجهاد المماسي الأعظمي لمقطع الرافدة:

$$\tau_{\max} = K \frac{T_{F \max}}{\Omega} = \frac{3}{2} \times \frac{60 \times 10^2}{20 \times 40} = \mathbf{7.5 \text{ DaN/cm}^2}$$

النشاط الثاني: تجربة الشد (06 نقاط)

(1) ملاً الخانات الفارغة انطلاقاً من المنحنى البياني:

الاستطالة النسبية $\epsilon \%$	الاجهاد $\sigma(N/mm^2)$	الاستطالة المطلقة $\Delta L (mm)$	الجهد $N (N)$	
$\epsilon_e = 1.83$	$\sigma_e = 150.38$	$\Delta L_e = 2.2$	$N_e = 17000$	حد المرونة
$\epsilon_r = 2.25$	$\sigma_r = 256.39$	$\Delta L_r = 2.7$	$N_r = 30000$	حد الانكسار

الجدول (01)

(2) حساب معامل المرونة للمادة E.

$$\sigma_e = \epsilon_e \times E \rightarrow E = \frac{\sigma_e}{\epsilon_e} \rightarrow E = \frac{150.38}{0.0183} \rightarrow E = 82174.48 N/mm^2$$

(3) ماذا يحدث للمخبرة عند اجتياز الحد C.

❖ يحدث انهيار المخبرة (أو الانكسار).

(4) المجال المستعمل في دراسات مقاومة المواد هو "مجال المرونة AB"، لان في هذا المجال المادة تكون مرنة و تحترم الفرضية الثانية للمقاومة للمواد.

(البناء): (8 نقاط)

النشاط الأول: المنشآت العلوية (03 نقاط)

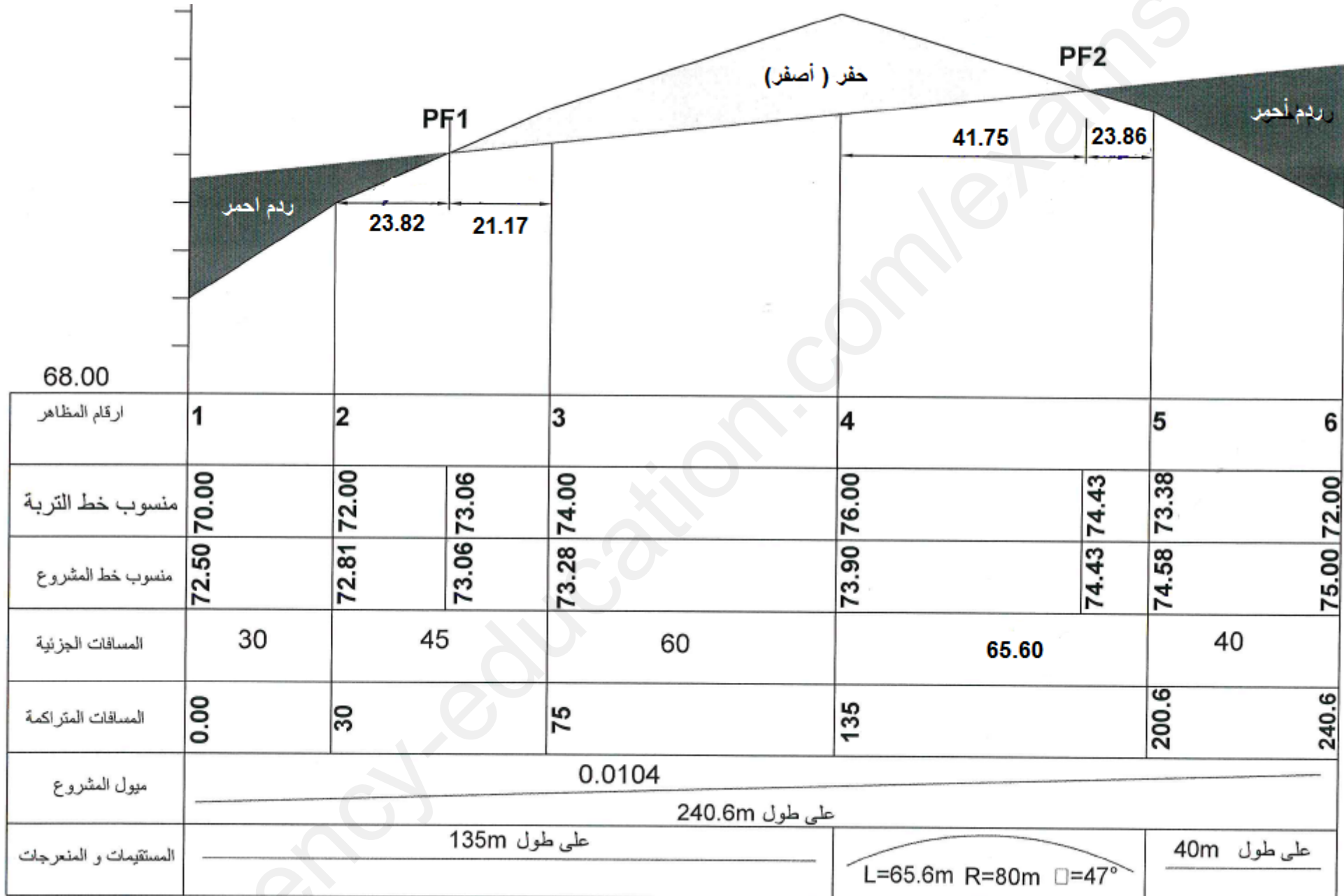
(1) تسمية العناصر المرقمة من (01) الى (07).

اسم العنصر	الرقم
عمود	01
مدرج	02
الهيكل الثلاثي	03
حاملات الروافد	04
دعائم السقف	05
الشرائح	06
الغطية (قرميد)	07

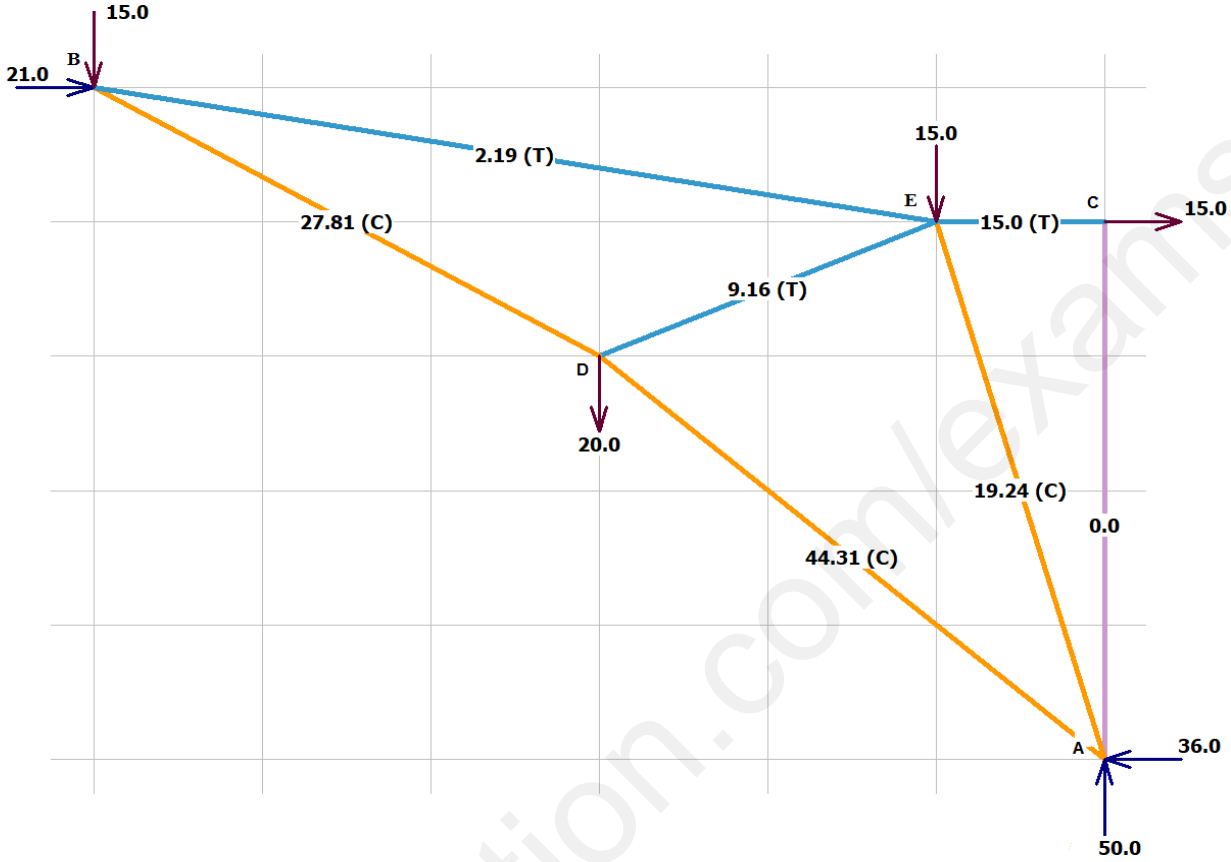
(2) دور العنصر (02) المدرج: يسمح بالانتقال من طابق إلى آخر.

(3) الوضعيات الممكنة للعنصر (01) العمود: - عمود حائبي - عمود داخلي - عمود زاوي.

(4) الاستغناء على العنصرين (05) و (06) الشرائح ودعائم السقف: يكون في الحالة التي تستعمل فيها الأغشية ذات القياسات الكبيرة.



$$H_B = 21 \text{ KN}, H_A = 36 \text{ KN}, V_A = 50 \text{ KN}$$



تدوين النتائج في جدول:

العقدة	القضبان	الشدة KN	الطبيعة
C	CE	15	شد
	CA	0	تركبي
A	AE	19.24	انضغاط
	AD	44.31	انضغاط

(4) استخراج المجنب اللازم والكافي للمقاومة.

$$5) \sigma \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{N}{2 \times S} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{N}{2 \times \bar{\sigma}} \leq S \rightarrow \frac{44.31 \times 10^3}{2 \times 100} \leq S \rightarrow S \geq 221.55 \text{ mm}^2 \rightarrow S \geq 2.21 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow S \approx 3.90 \text{ cm}^2$$

ومنه المجنب المناسب هو: L45×45×4.5

(5) حساب قطر البرغي:

$$\tau \leq \bar{\tau} \rightarrow \frac{T}{2 \times S} \leq \bar{\tau} \rightarrow \frac{T}{2 \times \bar{\tau}} \leq S \rightarrow \frac{44.31 \times 10^3}{2 \times 3 \times 180} \leq S \rightarrow S \geq 41.02 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \frac{\pi \times D^2}{4} \geq 41.02 \text{ mm}^2 \rightarrow \pi \times D^2 \geq 4 \times 41.02 \text{ mm}^2 \rightarrow D^2 \geq \frac{4 \times 41.02}{\pi}$$

$$\rightarrow D^2 \geq 52.25 \text{ mm} \rightarrow D \geq 7.22 \text{ mm}$$

الحالة الحدية للتشغيل ELS:

✓ الجهد الناظمي:

$$N_u = G + Q = 0.08 + 0.03$$

$$= 0.11 \text{ MN}$$

✓ الإجهاد في الفولاذ:

التشققات ضارة جدا

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} \cdot f_e ; 90 \sqrt{\eta \times f_{tj}} \right\}$$

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28}$$

$$= 0.6 + 0.06 \times 30$$

$$= 2.4 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} \cdot 400 ; 90 \sqrt{1.6 \times 2.4} \right\}$$

$$= \min \{ 200 ; 176.36 \}$$

$$\bar{\sigma}_s = 176.36 \text{ MPa}$$

✓ مقطع التسليح النظري:

$$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_s} = \frac{0.11 \times 10^4}{176.36}$$

$$A_{ser} = 6.23 \text{ cm}^2$$

الحالة الحدية النهائية ELU:

✓ الجهد الناظمي:

$$N_u = 1.35G + 1.5Q$$

$$= 1.35 \times 0.08 + 1.5 \times 0.03$$

$$= 0.153 \text{ MN}$$

✓ الإجهاد في الفولاذ:

$$f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83 \text{ MPa}$$

✓ مقطع التسليح النظري:

$$A_u = \frac{N_u}{f_{su}} = \frac{0.153 \times 10^4}{347.83}$$

$$A_u = 4.98 \text{ cm}^2$$

✓ مقطع التسليح النظري المختار:

$$A_{th} = \max\{A_u ; A_{ser}\} = \max\{4.98 ; 6.23\}$$

$$A_{th} = 6.23 \text{ cm}^2$$

من الجدول نختار:

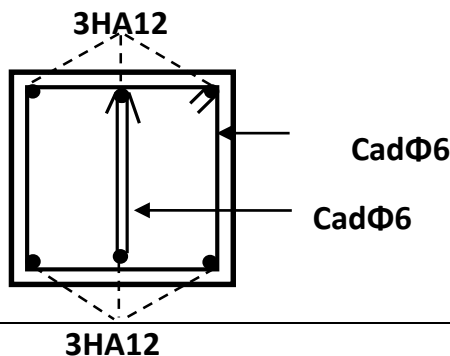
$$A = 6\text{HA}12 = 6.78 \text{ cm}^2$$

التحقق من شرط عدم الهشاشة:

$$A \times f_e \geq B \times f_{t28} \rightarrow 6.78 \times 400 \times 10^{-4} \geq (30 \times 30) \times 2.4 \times 10^{-4}$$

$$0.271 \text{ MN} \geq 0.216 \text{ MN} \text{ محقق}$$

الرسم المقترح:



(البناء): (8 نقاط)
النشاط الأول: طبوغرافيا (05 نقاط)
(1) حساب السمات G_{CD} وطول الضلع L_{CD} .

$$\tan(g) = \frac{|\Delta X_{CD}|}{|\Delta Y_{CD}|} = \frac{|X_D - X_C|}{|Y_D - Y_C|} = \frac{|100 - 70|}{|30 - 40|} = \frac{30}{-10}$$

$$g = \tan^{-1}\left(\frac{30}{-10}\right) = 79.51 \text{ grad}$$

$$\Delta X_{CD} = 30 > 0$$

$$\Delta Y_{CD} = -10 < 0$$

الاتجاه CD ينتمي إلى الربع الثاني

$$G_{CD} = 200 - g = 120.48$$

$$G_{CD} = 120.48 \text{ grad}$$

- طول الضلع L_{CD} .

$$L_{CD} = \sqrt{\Delta X_{CD}^2 + \Delta Y_{CD}^2} \rightarrow L_{CD} = \sqrt{30^2 + (-10)^2} \rightarrow L_{CD} = 31.62 \text{ m}$$

(2) استنتاج السمات G_{CE} :

بما أن $X_C = X_E = 70 \text{ m}$ فإن السمات $G_{CE} = 200 \text{ grad}$.

(3) إيجاد فاصلة النقطة F (X_F).

$$S_{ABF} = \frac{1}{2} \sum [X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})]$$

$$S_{ABF} = \frac{1}{2} [X_A (Y_F - Y_B) + X_B (Y_A - Y_F) + X_F (Y_B - Y_A)]$$

$$200 = \frac{1}{2} [10(20 - 40) + 30(20 - 20) + X_F(40 - 20)]$$

$$400 = -200 + 0 + 20 \cdot X_F$$

$$X_F = 30 \text{ m}$$

(4) إيجاد ترتيب النقطة E (Y_E).

$$S_{CDE} = \frac{1}{2} \sum [X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})]$$

$$S_{CDE} = \frac{1}{2} [X_C (Y_E - Y_D) + X_D (Y_C - Y_E) + X_E (Y_D - Y_C)]$$

$$450 = \frac{1}{2} [70(Y_E - 30) + 100(40 - Y_E) + 70(30 - 40)]$$

$$900 = 70 \cdot Y_E - 2100 + 4000 - 100Y_E - 700$$

$$900 = -30 \cdot Y_E + 1200$$

$$-300 = -30 \cdot Y_E$$

$$Y_E = 10 \text{ m}$$

(5) حساب مساحة القطعة S_{BCEF} :

$$S_{BCEF} = \frac{1}{2} \sum [X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})]$$

$$S_{BCEF} = \frac{1}{2} [X_B (Y_F - Y_C) + X_C (Y_B - Y_E) + X_E (Y_C - Y_F) + X_F (Y_E - Y_B)]$$

$$S_{BCEF} = \frac{1}{2} [30(20 - 40) + 70(40 - 10) + 70(40 - 20) + 30(10 - 40)]$$

$$S_{BCEF} = \frac{1}{2} [-600 + 2100 + 1400 - 900]$$

$$S_{BCEF} = \frac{1}{2} \times 2000$$

$$S_{BCEF} = 1000 \text{ m}^2$$

استنتاج المساحة الكلية للقطعة ABCDEF:

$$S_{ABCDEF} = S_{ABF} + S_{CDE} + S_{BCEF} = 200 + 450 + 1000$$

$$S_{ABCDEF} = 1650 \text{ m}^2$$

النشاط الثاني: دراسة جسر (03 نقاط)

1) تسمية العناصر المشار إليها بالأرقام من (01) الى (08).

الرقم	اسم العنصر
01	أساس
02	ركيزة
03	جدار امامي
04	جدار راجع
05	رافدة
06	واقى الاجسام – مزلقة الأمان-
07	مسند
08	سطح الجسر

2) نوع العنصر (02) الركيزة: ركيزة على شكل مطرقة.

3) دور العنصر (03) الجدار الأمامي: للجسر يتلقى الحمولات الناتجة عن سطح الجسر ويقاوم دفع التربة خلف المتكأ، كما يعمل على إيصال مجموع هذه التأثيرات إلى الأساس

انتهى تصحيح الموضوع الثاني

بالتوفيق للجميع في امتحان شهادة البكالوريا 2022